

地气的宏观特征及前兆机理

李海华 韩元杰

(国家地震局兰州地震研究所)

地气现象,即伴随地震前后从地下逸出气体以及由此造成的可见宏观现象,早在我国古代就已被人们察觉。如1556年华县8级大震,据记载临震前“冲天吐气、黑气盈日,数有虬珥”《赵浚古文集卷》,1668年郟城8.5级大震“黑气如云、白气冲天,地软如绵而热,顷之大震”《康熙郟城县志》1833年云南嵩明8级大震“将震昼晦、屋尽炬柱以烛,历十有二刻乃复明,明已震。”《魏祝亭天涯闻见录》1856年四川黔江5.5级地震“先数日,日光暗淡,地气蒸郁异常,是日弥甚”《黔江县志》等等。但是,“地气”一词在古代又常用来表示对地震成因的一种看法,因此地气的这二种含意常被混淆。

1975年海城大震,由于震前作了有组织的预测预防工作,因而获得了大量确切的震前地气现象。我们在参加该大震气象总结部份中曾指出:“通过这次海城地震,对历史上早已记载的“地气”现象获得了进一步的充实、明确与肯定^[1]”。接着,我们又在文献^[2]中,对历史地震的有关地气现象作了进一步的整理。后来,在龙陵、唐山、松潘等大震过程中,特别是临近大震前又观测到很多地气现象,这可见诸于文献^[3-6]。因而地气作为一种短临前兆已为人们所注意。

在国外,地气作为伴随地震的一种地球化学效应是从本世纪六十年代开始的。1966年4月26日塔什干5.3级地震时,因作其它工作偶尔发现的氦气异常曾被广为报导^[7],虽然后来再没获得与此相类似的震例,但用氦气预报地震的工作却因此受到鼓舞而广为开展。1969年2月26日德国霍恩佐伦地区发生6级地震时发现土壤中甲烷气体含量有异常变化^[8],这种前兆信息又推动了对“地气”更为全面的地球化学监测工作。我们把这方面的工作称为地气的微观性质的研究。目前,美、日、苏利用其雄厚的现代分析技术,在选定的地震实验场地布置了较全面的地球化学定量监测系统。遗憾的是,这些为数不多的实验场地还未遇上强烈的地震。而我国强烈地震的有关地气现象虽然是定性的,但内容是丰富多彩的,反映了地气的宏观特征及其物理效应。因而,重视我国自己的遗产,不断总结近年来一系列大震的地气现象还是很必要的。

(一)地气的宏观形态及其时空特征

一、地气的一般宏观性质 从古今大多数震例来看,地气有黑、白、黄等颜色,可闻有怪臭味,有时其刺激性很强烈,人感不适,足以起“示警”作用。其形状有烟状、团状或弥漫于空中的雾霾状。若大气湿度高时可生成雾状,即“地气雾”,否则为霾状,历史记载中

“非沙非土、非烟非雾之气”就是这种霾状地气、即固态微粒与气体混合的气溶胶。地气相对于空气比重多数较大,致有紧贴地面、高不过数尺之状。冒气处的地面可以是多样的,有的从可见裂缝中冒出,有的虽不见裂缝,但“地土松涌。”或“地软如绵而热”成“地如奋跃、土皆坟起”。河、湖、塘、井也往往是地气逸出的场所,水面冒泡现象是众所皆知的。有些井口喷气量很大,如唐山大震期间,万泉庄枯井最大喷气速度达38米/秒。

二、地气的时空特征

1.地气在时空上为非连续性的,即时间上是间歇性、空间上为间断性。

2.震前地气最早可出现在数月之前,愈临近主震,地气愈强烈,震时达到高潮,余震期间也有,有时甚至还很强烈。

3.震前地气往往有几次高潮,但地点不一定相重。它往往与宏观异常的“几起几落”具有同步性。研究表明,有些大震前包括地气在内的宏观异常起伏具有“倍九”的韵律性^[9]。

4.地气多分布于沿断裂带或其交汇处。海城、松潘震例表明,地气开始出现于外围并偏于一侧,临震时才在震中区出现。而唐山、龙陵地震则是临震时于震中区大量出现。

5.有些地震地气现象很明显,有些则不显著,这与地质构造、地震类型、震源深度有关。这也似与宏观异常的多寡有共同原因。

(二)某些地气成份的化学分析结果

下表列举了1975年海城、1976年唐山和松潘大震期间一些气样分析的结果,作为比较,附上了苏联1970年5月14日达格斯坦6.7级地震期间从其张裂隙中直接取得气样的分析结果^[10]。由表可见,地气含氮较多,低氧高二氧化碳以及含有碳氢化合物的特征显著,这与地壳浅层生物化学作用带即震源区上部地质环境是一致的。由此可以说明,在相似的地质条件下,如平原沉降带,地气是相似的。而在不同地质条件下,如沉积盆地、山区隆起带及近期岩浆析出带等处地气则表现出差异性。值得注意的是,某些地气成份中含有异常高的氢、氮、二氧化碳等与深部来源有关的成份,并在地震活动期间,其含量达到最大。如1976年11月15日宁河6.9级震前10天,光华井中的氢气含量从 3×10^{-4} 正常值突然上升到 260×10^{-4} ,震后又逐渐下降到正常值^[6]。

含量(%) 地 震	成 份	CO ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	H ₂	H ₂	A ₁	C ₂ H ₂	注
海城余震期间气样		2.56	13.48	81.7	0.64				0.84	营口县某气孔 (同上,但两天后取样)
		1.03	11.47	87.5						
唐山余震期间气样		12.85	4	75	0.06			1.18		万泉庄枯井
		17.05	8.4	56.6		0.0155		1.69		琉璃河井
		38.6	8.4	54	0.176	0.0093	0.0365	1.23		红桥井
松潘大震前气样		25.1	1.9	72.0						彭县酒厂机井
		12.3	0.5	84.72	2.48					蒲江大兴公社井
达格斯坦地震气样		0.1	20.82	78.90	0.00014	0.038	0.001			从张裂隙中取样

(三) 地气的前兆效应

临近大震前, 由于地气上涌, 在其穿过含水层、突破隔气层而进入低层大气的过程中, 有如下几种物理效应可引起各种前兆现象:

1. 污染效应——首先是对地下水污染, 逸出地表后又污染了大气造成一系列水、气异常。

2. 光电效应——我们在文献^[11]中曾指出, 地光本质上可认为是一种发光的地气或地气的光电效应。地气本身由于含有可燃气体, 或带有激发态离子、或带有自身能发冷光的荧光物质等, 可以造成各种地光现象以及大气电场的异常, 而电离气团还可以引起震前电磁波的异常。

3. 声发射效应——地气在地下运移过程中, 其路径是复杂的, 如可能通过较大的孔隙和细微的裂隙, 由气体力学可知, 这往往伴有声发射。当从井口喷出时, 受井孔形状及气流速度等因子影响, 可发出不同的声响。如唐山大震期间就有各种“井响”, 有的百米外可闻。

4. 热效应——由于地气来源多为常温层之下, 故其主要表现是热的。冬季尤为明显, 可造成地面局部融化、道路翻浆、冬眠动物复苏、气温出现“脉动”等异常。

5. 温室效应——地气中 CO_2 含量较高, 而 CO_2 吸收长波辐射的“温室效应”很强。目前气象界公认, 大气中若 CO_2 含量加倍时, 地表气温升高 $2-5^\circ\text{C}$ 。因此临震前地气的大量逸出, 可使震区局地近地层大气增温, 从而造成临震前较普遍存在的气象“热异常”现象。

上述地气直接产生的污染、声、光、电、热等物理效应, 显然是一些宏观异常——即动物行为、地下水和气象异常的原因。地气还可以解释动物行为和地下水等宏观前兆的另一个显著特点, 即在同一地区内, 仅有个别动物和地下水有强烈的异常表现、与此同时, 附近却有大量的动物和水井没有异常, 这很符合地气时空的不连续特征, 而用其它原因则较难解释。

(四) 释放地气的力学过程的讨论

按照郭增建、秦保燕等人提出的震源孕育力学过程^[12]可知, 在震前, 调整单元先进行调整运动, 临震时, 积累单元出现予滑, 因而地气先出现于震中外围即调整单元部份, 这时异常强度较小。到临震前积累单元发生予滑时, 震源及其附近应力场相应发生变化, 导致震源体上部的形变及微破裂的发育, 这不仅提供了地气上逸的通道, 而且同时某些部位过热液体的暴沸迫使地气上涌, 因而在积累单元区域即未来震中区产生爆发性的地气现象。大震时, 随着岩体错动, 会出现强烈的震时地气。震后, 某些地气富集部位通向地表的通道已较畅通, 因而出现在震后异常更大的情形。但由于应力已基本释放, 因而这种现象仅是个别的, 由于震前调整单元的运动和积累单元的予滑不是连续的而是间歇性的, 地下暴沸以及串通的微破裂通道也不是连续的而是间断的, 因而震前地气表现出“一大二跳”和“几起几落”的显著特征。总之, 上述震源力学过程、即调整单元和积累单元的组合配置、震源应力场的时空变化以及临震前的多次予滑过程可以较好地解释地气的宏观前兆特征。

(下转第84页)

—65度倾角倾向山区(图1), 和该地区地震断层面倾角相吻合。这个事实说明, 地壳内也显示了镶嵌构造的形迹。

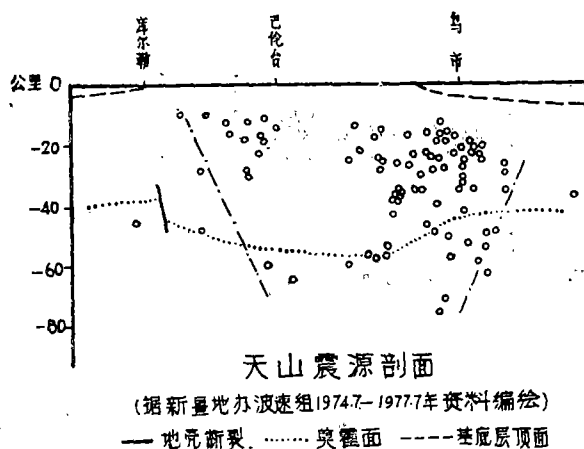


图 1

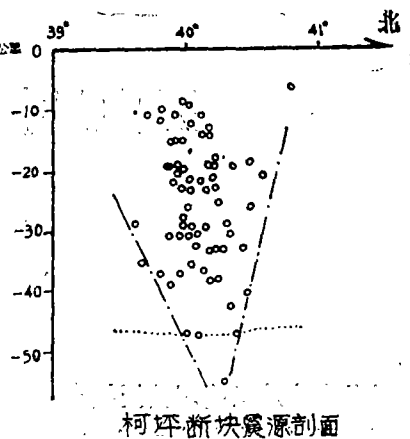


图 2

综上所述, 不同资料都证明了镶嵌构造的存在, 因之反过来可用镶嵌构造学说作为研究新疆地震的地质学基础。

参 考 文 献

- 1) 张伯声 镶嵌的地壳 地质学报 1962年 第3期

◁*▷

◁*▷

◁*▷

◁*▷

◁*▷

(上接第75页)

参 考 文 献

- [1] 海城地震工作队 辽宁海城7.3级地震初步总结 1975.4
 [2] 兰州地震大队地震气象组编 气象与地震 地震出版社 1976
 [3] 云南省地震局 龙陵地震的前兆异常 (地震战线) 1977.2
 [4] 四川省地震局 松潘、平武地震预测预报总结 1977.4
 [5] 韩元杰 地气与地震预报探讨 (地震研究) 1977.3
 [6] 范树全等 气体地球化学预报地震初步探讨 1978.4
 [7] Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 года, Ташкент, 1971, 182—220
 [8] W. Ernst, 《Die Naturwissenschaft》 1969 vol 56 №5
 [9] 郭增建等 地震活动倍九日期 (地震战线) 1978.4
 [10] Доклады Академии Наук СССР, 1972, 202, 3, p576—579
 [11] 兰州地震大队预报室综合组 初探震前地光 (地震战线) 1977.5
 [12] 郭增建 秦保燕 地震预报中的某些力学问题 (力学) 1977.1